

闭环供应链主导模式与物流模式的组合研究^①

公彦德^{1,2}, 达庆利²

(1. 南京审计学院管理科学与工程学院, 南京 211815; 2. 东南大学经济管理学院, 南京 210096)

摘要: 构建了制造商主导和销售商主导的两类供应链主导模式, 物流外包和物流自营的两类物流模式. 研究了制造商主导且物流外包、制造商主导且物流自营、销售商主导且物流外包、销售商主导且物流自营四种组合下的企业决策及供应链稳定性. 研究发现: (1) 制造商和销售商的物流策略与 T/\bar{T} 的大小有关, 无论谁为主导企业, 若 $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$, 则制造商和销售商均选择物流自营, 供应链具有稳定性; 若 $T/\bar{T} > 2$, 则制造商和销售商均选择物流外包, 供应链具有稳定性; 若 $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$, 则制造商和销售商的物流策略选择不一致, 制造商主导(销售商主导)下制造商的最优物流策略是物流外包(物流自营), 销售商的最优物流策略却是物流自营(物流外包). (2) 针对四种组合方式, $1 < T/\bar{T} < \sqrt{12/5}$ 时, 制造商主导且物流自营(销售商主导且物流自营) 优于制造商主导且物流外包(销售商主导且物流外包); $T/\bar{T} > \sqrt{12/5}$ 时, 制造商主导且物流外包(销售商主导且物流外包) 优于制造商主导且物流自营(销售商主导且物流自营).

关键词: 闭环供应链; 主导模式; 物流模式; 供应链稳定性

中图分类号: F253.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2015)10-0014-12

0 引 言

随着消费者对电器电子产品要求的提高, 电器电子产品的生命周期逐渐缩短, 社会上产生了大量被淘汰和废弃的电器电子产品, 如若不对其回收利用, 不仅会造成资源的巨大浪费, 而且还会使环境问题日益恶化. 根据中国家用电器研究院 2014 年发布的《中国废弃电器电子产品回收处理及综合利用行业白皮书 2013》, 2013 年我国电器电子产品理论报废量为 10 980.18 万台. 因此, 针对电器电子产品回收再利用的问题值得研究和重视.

当前对电器电子产品回收再利用的研究主要是基于闭环供应链理论, 而且多数研究是在制造

商主导或销售商主导的前提下进行分析的. (1) 对于制造商主导的闭环供应链系统, 经典文献是 Savaskan 等^[1,2] 研究了不同回收渠道下各决策方的最优决策, 这些回收渠道包括制造商负责回收、销售商负责回收和第三方负责回收, 发现销售商负责回收的回收模式优于制造商和第三方负责回收的回收模式. 在此基础上, 众多学者以产品回收渠道为研究对象进行了广泛研究. 孙浩等^[3] 探讨了电视机制造商如何在“生产者延伸责任制”及环保政策影响下建立回收再制造设施体系及其动态扩张. 熊中楷等^[4] 在原制造商并不进行旧产品的回收再制造, 而是通过专利授权第三方再制造商进行再制造进行了研究. 阳成虎等^[5] 考虑废旧产品的质量 and 用户心理回收价格等因素分析了

① 收稿日期: 2013-11-13; 修订日期: 2014-10-12.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71302178); 国家社会科学基金重点资助项目(13AZD062); 江苏省高校青蓝工程资助项目; 江苏省高校优势学科建设工程资助项目.

作者简介: 公彦德(1979—), 男, 山东沂南人, 博士, 副教授. Email: gongyande@126.com

废旧产品的回收策略. Zheng 等^[6]基于第三方负责回收的闭环供应链,运用改进的 shapley 值法对系统合作利润进行了协调. Chung 等^[7]从库存控制的视角对易逝品的再制造进行了探讨. Ma 等^[8]研究了消费者购买产品有无政府补贴下的两类闭环供应链,研究得出不管政府补贴的额度大小,消费者均会从购买新产品中获益. 马卫民等^[9]考虑以旧换新补贴的闭环供应链,分析发现制造商、第三方回收商和专职于销售的销售商受益于以旧换新补贴,而兼顾回收的销售商受益或受损于以旧换新补贴还取决于别的因素. 公彦德等^[10]将第三方物流服务商引入到闭环供应链系统中来,发现通过设置合理的物流费用分摊比例,可以达到优化供应链的目的,还可以运用物流费用分摊比例的大小进行外包决策. Jian 等^[11]运用演化博弈理论分析了制造商采取再制造和不采取再制造,销售商进行废品回收和不进行废品回收的演化稳定策略. Jian 等^[12]从碳排放的视角,分析了碳补贴政策下的再制造闭环供应链的回收定价问题. 聂佳佳^[13]研究了垄断的再制造商和存在竞争对手的情形,分析了需求预测信息对再制造商的价值,探讨了再制造商与新产品制造商信息分享的可行性. (2) 对于销售商主导的闭环供应链系统. Li^[14]对销售商主导闭环供应链的定价策略进行了研究,探讨了废旧产品回收价格对产品批发价格和零售价格的影响. 韩小花^[15]研究了再制造成本不确定下强势销售商领导的闭环供应链三种回收渠道(销售商回收、制造商回收和第三方回收)的决策. 高鹏等^[16]研究了由销售商主导的闭环供应链在制造商再制造成本为不对称信息时的运作及协调问题. 张福安等^[17]分析了集中决策模式及三种分散回收模式下的最优回收率、定价决策与系统效益,研究发现,在销售商主导的市场结构下,当制造商选择直接回收时,闭环供应链具有较低的销售价格和较高的回收率,制造商利润、销售商利润及系统总利润均最大,对消费者及整个社会更有利. (3) 对于不同主导模式的视角. 孙浩等^[18]研究了制造商主导、回收商主导、垂直纳什均衡以及集中式决策四种不同权力结构下的废旧产品回收再制造问题. Karakayali 等^[19]探讨了制造商领导、回收商领导以及集中式决策三种渠道权力结构下逆向供应链的定价决

策. 易余胤^[20, 21]研究和对比了不同市场力量结构下的渠道定价、回收率和成员利润. 公彦德等^[22]在物流费用由制造商和销售商共同承担的条件下,分析了制造商主导和第三方物流服务商主导的两类闭环供应链稳定性和效率. 公彦德^[23]构造了制造商主导和销售商主导的两类供应链主导模式,分析了回收补贴的设置与销售商决策的关系,以及不同供应链主导模式下的供应链效率和供应链稳定性. 李新然等^[24]构建了集中式、制造商和零售商存在 Nash 均衡博弈、制造商领导的 Stackelberg 博弈、零售商领导的 Stackelberg 博弈等模式下的闭环供应链决策模型,进而探讨了政府设置的奖惩力度和废旧品最低回收率分别对四种模式闭环供应链的决策、系统各成员及总利润的影响问题.

概括来说,(1) 制造商主导或销售商主导的闭环供应链系统大多没有考虑物流服务商的影响,主要研究的是单一的闭环供应链系统.(2) 对于考虑物流服务的闭环供应链,大多是在物流服务商负责回收的条件下进行研究的,没有体现物流服务价格的影响. 部分文献考虑了物流服务价格也仅仅是在主导模式或物流模式确定的情形下进行分析的.(3) 虽然部分文献分析了不同主导模式下的闭环供应链,但是要么没有体现物流服务价格,要么涉及了物流服务价格,没有分析销售商主导的情形. 根据我国的现状,闭环供应链主导模式还是以制造商或销售商为主,“十二五”国民经济和社会发展规划纲要中也明确提出要大力发展现代物流业,因此有必要将主导模式和物流模式整合在一起对闭环供应链进行研究. 基于此,本文将供应链主导模式分为制造商主导和销售商主导,物流模式分为物流外包和物流自营,针对制造商主导和销售商主导的闭环供应链,分别探讨了制造商和销售商的物流策略及其供应链稳定性,并对供应链主导模式和物流模式四种组合下的企业物流策略进行系统分析.

1 模型构建

闭环供应链系统分为物流服务闭环供应链系统和物流自营闭环供应链系统,物流服务闭环供

供应链系统由制造商、物流服务商和销售商组成,物流自营闭环供应链系统由制造商和销售商组成. 制造商生产一种产品销售给销售商,销售商再将该产品销售给最终消费者. 供应链主导模式分为制造商主导的闭环供应链和销售商主导的闭环供应链. 制造商委托销售商进行废旧品回收,然后,制造商对回收的废旧产品进行加工处理,形成再

生产品将其投放市场,并以与产品同样的价格销售. 设物流服务闭环供应链制造商主导时销售商承担物流费用,销售商主导时制造商承担物流费用. 因此从主导模式和物流模式的角度可以将供应链分为以下四种类型:制造商主导且物流外包、制造商主导且物流自营、销售商主导且物流外包和销售商主导且物流自营. 用图1表示如下.

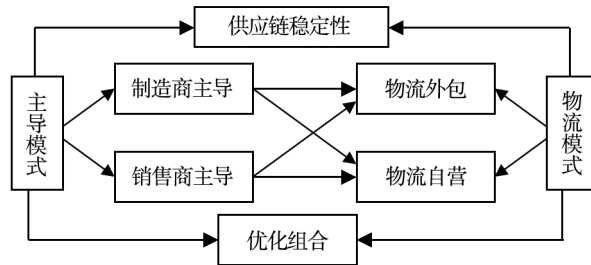


图1 供应链主导模式和物流模式的不同组合

Fig. 1 Different combinations of supply chain dominant mode and logistics mode

模型的参数设置如下:

为了容易区分参数,参数下标 m, r, t 分别表示与制造商、销售商和物流服务商相关的变量符号.

假设制造商的单位批发价格为 w , c_m 和 \bar{c}_m 分别为制造商的边际生产成本与加工再生产品的单位边际再生产成本,且 $c_m > \bar{c}_m$, 令 $\Delta = c_m - \bar{c}_m$ 为再制造节约成本.

p_r 为销售商的销售价, Q 为产品的市场需求量,产品的市场需求为销售价格的线性减函数,设 $Q = \alpha - \beta p_r$, α 为市场最大的可能需求量, $\beta > 0$ 为价格敏感系数. 回收产品时,销售商(或制造商)通过激励或广告等手段所能达到的回收率为 k , 其中 $0 \leq k \leq 1$. 物流服务商的单位产品物流服务价格为 p_t , 销售商的单位回收成本为 c , 制造商给予销售商的单位回收补贴为 b , $c \leq b \leq \Delta$ ^[25]. 物流自营时闭环供应链系统的单位物流成本为 θ , 物流外包时物流服务商单位物流成本为 $s\theta$, 其中 $0 < s < 1$ 表示完成相同数量的物流任务时,物流服务商的物流成本低于制造商,否则制造商不会将物流任务委托给物流服务商.

为了表述方便,令 m_o 代表制造商主导且物流外包, m_i 代表制造商主导且物流自营, r_o 代表销售商主导且物流外包, r_i 代表销售商主导且物流自营. 下面分别对制造商主导的两类闭环供应链和销售商主导的两类闭环供应链进行建模求解.

设制造商主导或者销售商主导的闭环供应链中,主导企业的品牌影响力明显强于从属企业. 由于本文主要研究物流策略的影响,因此以下几部分的研究均是从制造商和销售商两者的视角进行分析.

2 制造商主导的闭环供应链模型

2.1 制造商主导的物流服务闭环供应链

根据假设,物流外包时,制造商、物流服务商和销售商的利润分别为

$$\pi_m(w) = (w - c_m + k\Delta - kb)Q \quad (1)$$

$$\pi_r(p_r) = (p_r - s\theta)(Q + kQ) \quad (2)$$

$$\pi_t(p_t) = (p_t - w + kb - kp_t - kc - p_t)Q \quad (3)$$

依据 Stackelberg 博弈理论的逆向求解法,首先销售季节来临之前,制造商根据市场预测确定批发价格,其次物流服务商根据市场行情确定物流服务价格,最后销售商根据批发价格和物流服务价格确定销售价格,易得如下命题.

命题1 制造商主导的物流服务闭环供应链中,博弈均衡时,批发价格、市场需求量、销售价格、服务价格、制造商利润、销售商利润和物流服务商利润分别为

$$w^{m_o} = \frac{\alpha + \beta(2bk + c_m - ck - k\Delta - s\theta - ks\theta)}{2\beta}$$

$$Q^{mo} = \frac{\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta)}{8}$$

$$p_r^{mo} = \frac{7\alpha + \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta)}{8\beta}$$

$$p_t^{mo} = \frac{\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta - 3s\theta - 3ks\theta)}{4\beta(1+k)}$$

$$\pi_m^{mo} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta))^2}{16\beta}$$

$$\pi_r^{mo} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta))^2}{64\beta}$$

$$\pi_t^{mo} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta))^2}{32\beta}$$

证明 根据 Stackelberg 博弈理论 运用逆向求解法求解, 首先考虑销售商的最优决策, 因为 $\frac{d^2\pi_r}{dp_r^2} = -2\beta < 0$, 所以一阶条件 $\frac{d\pi_r}{dp_r} = 0$ 即为销售

商的最优决策, 由 $\frac{d\pi_r}{dp_r} = 0$ 得

$$p_r^{mo}(w, p_t) = \frac{\alpha - bk\beta + ck\beta + w\beta + \beta p_t + k\beta p_t}{2\beta} \quad (4)$$

将式(4)代入式(2), 由一阶条件 $\frac{d\pi_t}{dp_t} = 0$ 得

$$p_t^{mo}(w) = \frac{\alpha + bk\beta - ck\beta - w\beta + s\beta\theta + ks\beta\theta}{2(1+k)\beta} \quad (5)$$

将式(5)代入式(4)得

$$p_r^{mo}(w) = \frac{3\alpha + \beta(-bk + ck + w + s\theta + ks\theta)}{4\beta} \quad (6)$$

将式(6)代入式(1) 由一阶条件得

$$w^{mo} = \frac{\alpha + \beta(2bk + c_m - ck - k\Delta - s\theta - ks\theta)}{2\beta} \quad (7)$$

联立式(5)、(6)、(7) 可得

$$p_r^{mo} = \frac{7\alpha + \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta)}{8\beta}$$

$$p_t^{mo} = \frac{\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta - 3s\theta - 3ks\theta)}{4\beta(1+k)}$$

将 w^{mo} 、 p_r^{mo} 、 p_t^{mo} 代入式(1)、(2)、(3) 可得制造商、物流服务商和销售商的利润为

$$\pi_m^{mo} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta))^2}{16\beta}$$

$$\pi_r^{mo} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta))^2}{64\beta}$$

$$\pi_t^{mo} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta))^2}{32\beta}$$

通过命题 1 可知, 批发价格和销售价格均随着再制造节约成本的增大而降低, 市场需求量、制造商利润、物流服务商利润和销售商利润均随着再制造节约成本的增大而增大. 说明再制造节约成本的增大不仅使得销售商的批发成本降低了, 而且消费者也从中受益.

2.2 制造商主导的物流自营闭环供应链

根据假设, 物流自营时, 制造商和销售商的利润分别为

$$\pi_m(w) = (w - c_m + k\Delta - kb)Q \quad (8)$$

$$\pi_r(p_r) = (p_r - w + kb - k\theta - kc - \theta)Q \quad (9)$$

依据 Stackelberg 博弈理论的逆向求解法, 首先销售季节来临之前, 制造商根据市场预测确定批发价格, 其次销售商根据批发价格销售价格, 易得如下命题:

命题 2 制造商主导的物流自营闭环供应链中, 博弈均衡时, 批发价格、市场需求量、销售价格、制造商利润和销售商利润分别为

$$w^{mi} = \frac{\alpha + \beta(2bk + c_m - ck - k\Delta - \theta - k\theta)}{2\beta}$$

$$Q^{mi} = \frac{\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta)}{4}$$

$$p_r^{mi} = \frac{3\alpha + \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta)}{4\beta}$$

$$\pi_m^{mi} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta))^2}{8\beta}$$

$$\pi_r^{mi} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta))^2}{16\beta}$$

证明 依据逆向求解法, 由一阶条件 $\frac{d\pi_r}{dp_r} = 0$ 得: $p_r^{mi}(w) = \frac{\alpha - bk\beta + ck\beta + w\beta + \beta\theta + k\beta\theta}{2\beta}$;

将 $p_r^{mi}(w)$ 代入式(8), 并由 $\frac{d\pi_m}{dw} = 0$ 可得: $w^{mi} = \frac{\alpha + \beta(2bk + c_m - ck - k\Delta - \theta - k\theta)}{2\beta}$. 将 w^{mi} 代入

$p_r^{mi}(w)$ 得: $p_r^{mi} = \frac{3\alpha + \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta)}{4\beta}$.

$$\text{将 } w^{mi} \text{ 和 } p_r^{mi} \text{ 代入式 (8) 和式 (9) 可得 } \pi_m^{mi} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta))^2}{8\beta}, \pi_r^{mi} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta))^2}{16\beta}.$$

通过命题 2 知, 自营物流成本的增大, 不仅使得批发价格降低, 而且市场需求量也降低, 这说明, 自营物流成本的上升压低了制造商和销售商的利润空间, 使得销售价格升高, 市场竞争力下降, 最终会导致产品退出市场, 供应链解体. 因此, 物流自营模式下, 必须控制单位物流成本在一定的区间之内, 否则会面临供应链解体的风险, 但是如何确定物流外包和物流自营呢? 下面对物流服务供应链和物流自营供应链进行进一步分析.

2.3 制造商主导的闭环供应链物流策略分析

为了描述方便, 令 $T = \alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta)$, $\bar{T} = \alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta)$, 显然 $T > \bar{T}$. 通过均衡解可知, T 和 \bar{T} 的大小与市场需求量和企业的利润高低密切相关, 物流外包(物流自营)时, $T(\bar{T})$ 越大, 制造商和销售商的利润亦越大, 市场需求量亦越高. 因此, 无论主导模式和物流模式如何组合, 制造商和销售商的目标均为 T 或 \bar{T} 达到最大.

通过对命题 1 和命题 2 的制造商利润和销售商利润进行比较, 可得推论 1 和推论 2.

推论 1 若 $T/\bar{T} > 2$, 物流外包时的市场需求量大于物流自营, 也就是说物流外包时的销售价格低于物流自营, 此时物流外包给消费者带来了更高效用. 相反, 若 $T/\bar{T} < 2$, 则物流自营给消费者带来了更高效用.

推论 2 1) 若 $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$, 则对于处于主导地位的制造商, 其最优物流策略为物流自营, 且销售商与物流自营型的制造商进行合作是其最优决策, 供应链具有长期稳定性.

2) 若 $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$, 则制造商的最优物流策略是物流外包, 然而此时销售商更倾向于与物流自营型的制造商进行合作, 供应链存在不稳定性.

3) 若 $T/\bar{T} > 2$, 则制造商的最佳物流策略是物流外包, 且销售商与物流外包型的制造商进行

合作是其最优决策, 供应链具有稳定性.

由前面分析可知, 制造商和销售商的目标均为 T 或 \bar{T} 达到最大, $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$ 表示物流自营时的 \bar{T} 值与物流外包时的 T 值距离较小, $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$ 表示物流自营时的 \bar{T} 值与物流外包时的 T 值距离较大, $T/\bar{T} > 2$ 表示物流自营时的 \bar{T} 值与物流外包时的 T 值距离很大. 物流自营时的 \bar{T} 值与物流外包时的 T 值距离较小或者很大时供应链具有稳定性, 反而物流自营时的 \bar{T} 值与物流外包时的 T 值距离较大时, 供应链具有不稳定性. 因此 $\sqrt{2}$ 和 2 表示供应链稳定性和不稳定性的临界值, 而且临界值不会因参数的变化而变化. 以下分析的临界值也不会随着参数的变化而变化, 临界值也表示物流自营时的 \bar{T} 值与物流外包时的 T 值距离的大小.

3 销售商主导的闭环供应链模型

3.1 销售商主导的物流服务闭环供应链

基于模型假设, 销售商主导且物流外包时, 销售商、物流服务商和制造商的利润分别为

$$\pi_r(p_r) = (p_r - w)Q + k(b - c)Q \quad (10)$$

$$\pi_l(p_l) = (p_l - s\theta)(Q + kQ) \quad (11)$$

$$\pi_m(w) = (w - c_m - p_l)Q + k(\Delta - b - p_l)Q \quad (12)$$

依据 Stackelberg 博弈理论的逆向求解法, 首先销售商根据市场分析确定其销售价格, 其次物流服务商根据市场行情确定物流服务价格, 最后制造商根据销售价格和物流服务价格确定批发价格, 易得如下命题.

命题 3 销售商主导的物流服务闭环供应链中, 博弈均衡时, 批发价格、市场需求量、销售价格、服务价格、制造商利润、销售商利润和物流服务商利润分别为

$$w^o = \frac{3\alpha + \beta(8bk + 5c_m - 3ck - 5k\Delta + 5s\theta + 5ks\theta)}{8\beta}$$

$$Q^o = \frac{\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta)}{8}$$

$$p_r^{ro} = \frac{7\alpha + \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta)}{8\beta}$$

$$p_t^{ro} = \frac{\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta - 3s\theta - 3ks\theta)}{4\beta(1+k)}$$

$$\pi_m^{ro} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta))^2}{64\beta}$$

$$\pi_r^{ro} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta))^2}{16\beta}$$

$$\pi_t^{ro} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta))^2}{32\beta}$$

证明 销售商主导时, 设销售商的单位预期收益为 f , 则销售价格和批发价格间的关系满足 $p_r = w + f$, 运用逆向求解法, 首先考虑第三阶段的制造商的最优决策, 将 $p_r = w + f$ 代入式 (12), 由一阶导数等于 0 得 $w^{ro}(f, p_t) = \frac{\alpha - f\beta + bk\beta - k\beta\Delta + \beta c_m + \beta p_t + k\beta p_t}{2\beta}$, 于是 $p_r^{ro}(f, p_t) = \frac{\alpha + f\beta + bk\beta - k\beta\Delta + \beta c_m + \beta p_t + k\beta p_t}{2\beta}$. 其次将 $p_r^{ro}(f, p_t)$ 代入式 (11) 并由一阶导数等于 0 得 $p_t^{ro}(f) = \frac{\alpha - f\beta - bk\beta + k\beta\Delta + s\beta\theta + ks\beta\theta - \beta c_m}{2(1+k)\beta}$, 于是 $p_r^{ro}(f) = \frac{3\alpha + \beta(f + bk - k\Delta + s\theta + ks\theta) + \beta c_m}{4\beta}$. 最后将 $p_r^{ro}(f)$ 代入式 (10) 并由一阶导数等于 0 得 $f^{ro} = \frac{\alpha - 2bk\beta + ck\beta + k\beta\Delta - s\beta\theta - ks\beta\theta - \beta c_m}{2\beta}$. 于是有 $p_r^{ro} = \frac{7\alpha + \beta(c_m + ck - k\Delta + s\theta + ks\theta)}{8\beta}$, $w^{ro} = \frac{3\alpha + \beta(8bk + 5c_m - 3ck - 5k\Delta + 5s\theta + 5ks\theta)}{8\beta}$, $p_t^{ro} = \frac{\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta - 3s\theta - 3ks\theta)}{4\beta(1+k)}$. 将以上均衡解代入式 (10)、(11) 和 (12) 可得制造商利润、物流服务商利润和销售商利润.

通过命题 3 可见, 物流服务商的单位物流成本的增大使得服务价格和销售价格均增大, 各企业的利润均降低, 然而批发价格却降低了, 这是因为物流服务价格是由制造商单独承担, 如果物流服务商的单位物流成本增大了, 势必会导致销售价格的增长, 最终导致市场需求量的萎缩. 因此制造商为了产品的销售渠道的畅通, 唯有通过降

低批发价格, 保持市场竞争力.

3.2 销售商主导的物流自营闭环供应链

依据模型假设, 销售商主导且物流自营时, 制造商和销售商的利润分别为

$$\pi_r(p_r) = (p_r - w)Q + k(b - c)Q \quad (13)$$

$$\pi_m(w) = (w - c_m - \theta)Q + k(\Delta - b - \theta)Q \quad (14)$$

依据 Stackelberg 博弈理论的逆向求解法, 首先销售季节来临之前, 销售商根据市场分析确定批发价格, 其次制造商根据批发价格确定批发价格, 易得命题 4.

命题 4 销售商主导的物流自营闭环供应链中, 博弈均衡时, 批发价格、市场需求量、销售价格、制造商利润和销售商利润分别为

$$w^{ri} = \frac{3\alpha + \beta(4bk + 3c_m - ck - k\Delta + 3\theta + 3k\theta)}{4\beta}$$

$$Q^{ri} = \frac{\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta)}{4}$$

$$p_r^{ri} = \frac{3\alpha + \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta)}{4\beta}$$

$$\pi_m^{ri} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta))^2}{16\beta}$$

$$\pi_r^{ri} = \frac{(\alpha - \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta))^2}{8\beta}$$

证明 设销售商的单位预期收益为 f , 则销售价格和批发价格间的关系满足 $p_r = w + f$, 运用逆向求解法, 将 $p_r = w + f$ 代入式 (14), 由一阶导数等于 0 得 $w^{ri}(f) = \frac{\alpha - f\beta + bk\beta - k\beta\Delta + \beta\theta + k\beta\theta + \beta c_m}{2\beta}$, 从而 $p_r^{ri}(f) = \frac{\alpha + f\beta + bk\beta - k\beta\Delta + \beta\theta + k\beta\theta + \beta c_m}{2\beta}$. 将 $p_r^{ri}(f)$ 代入式 (13), 由一阶导数等于 0 得 $f^{ri} = \frac{\alpha - 2bk\beta + ck\beta + k\beta\Delta - \beta\theta - k\beta\theta - \beta c_m}{2\beta}$. 于是有 $p_r^{ri} = \frac{3\alpha + \beta(c_m + ck - k\Delta + \theta + k\theta)}{4\beta}$, $w^{ri} = \frac{3\alpha + \beta(4bk + 3c_m - ck - k\Delta + 3\theta + 3k\theta)}{4\beta}$. 将以上均衡解代入式 (13) 和式 (14) 可得制造商和销售商利润.

通过命题 4 可知,销售商单位回收成本的增加使得批发价格、市场需求量、制造商利润和销售商利润均降低,而销售价格随着单位回收成本的增大而增大. 这是因为销售商的单位回收成本增大会导致销售商的利润降低,又销售商在供应链中处于主导地位,为了保持自身的收益不降低,销售商必定迫使制造商降低批发价格. 同时销售商的回收成本增大也会间接使销售商增大销售价格,但是从制造商利润和销售商利润来看,制造商和销售商均有动力降低回收价格. 因此虽然销售商负责产品回收,但是制造商有必要与销售商进行回收方面的合作,比如销售商通过销售网点设置回收网点,制造商通过自身物流系统和销售商的配送系统进行合作,达到降低回收成本的目的.

3.3 销售商主导的闭环供应链物流策略分析

通过对命题 3 和命题 4 的制造商利润和销售商利润进行比较,可得推论 3.

推论 3 1) 若 $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$, 则对于处于主导地位的销售商,其最优物流策略为物流自营,且制造商物流自营时与销售商进行合作是其最优决策,供应链具有长期稳定性.

2) 若 $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$, 则制造商的最优物流策略是物流自营,然而此时销售商更倾向于与物流外包型的制造商进行合作,供应链存在不稳定性.

3) 若 $T/\bar{T} > 2$, 则制造商的最佳物流策略是物流外包,且销售商与物流外包型的制造商进行合作是其最优决策,供应链具有稳定性.

以上两部分,只是单独对制造商主导和销售商主导的闭环供应链,分析了制造商和销售商的物流外包策略以及供应链稳定性,为了分析主导模式和物流模式的优化组合,下一步对四类闭环供应链进行整合分析.

4 主导模式和物流模式的不同组合分析

以上分别对制造商主导和销售商主导的闭

环供应链的物流策略进行了详细分析,但是如果制造商和销售商的市场影响力差距不明显,则供应链存在中断的风险,从属企业也有可能为了自身利益朝自身主导的方向转变. 因此,有必要将前两部分整合在一起进行进一步的探讨,通过推论 2 和推论 3 可以得到推论 4.

推论 4 无论是制造商主导的闭环供应链还是销售商主导的闭环供应链,只要 $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$, 则制造商和销售商均选择物流自营; 只要 $T/\bar{T} > 2$, 制造商和销售商均选择物流外包. 但当 $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$ 时,无论谁主导,制造商和销售商的物流策略选择均不一致,而且制造商主导(销售商主导)的闭环供应链中制造商的最优物流策略是物流外包(物流自营),销售商的最优物流策略却是物流自营(物流外包).

通过前两部分的求解可知,制造商利润(或销售商的利润)有四种可能(主导模式和物流模式的四种组合),但是制造商(或销售商)的最优选择是那种组合呢?通过比较可得到推论 5.

推论 5 1) $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$ 时 $\pi_m^{mi} > \pi_m^{mo} > \pi_r^{ri} > \pi_r^{ro}$, $\pi_r^{ri} > \pi_r^{ro} > \pi_r^{mi} > \pi_r^{mo}$;

2) $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$ 时 $\pi_m^{mo} > \pi_m^{mi} > \pi_r^{ri} > \pi_r^{ro}$, $\pi_r^{ro} > \pi_r^{ri} > \pi_r^{mi} > \pi_r^{mo}$;

3) $2 < T/\bar{T} < 2\sqrt{2}$ 时 $\pi_m^{mo} > \pi_m^{mi} > \pi_r^{ro} > \pi_r^{ri}$, $\pi_r^{ro} > \pi_r^{ri} > \pi_r^{mo} > \pi_r^{mi}$;

4) $T/\bar{T} > 2\sqrt{2}$ 时 $\pi_m^{mo} > \pi_r^{ro} > \pi_m^{mi} > \pi_r^{ri}$, $\pi_r^{ro} > \pi_r^{mo} > \pi_r^{ri} > \pi_r^{mi}$.

然而现实中闭环供应链的主导企业只有一个,如果制造商的品牌影响力并不明显强于销售商,或者销售商的品牌影响力并不显著高于制造商,那么对于制造商和销售商而言,主导模式和物流模式的四种组合中,制造商和销售商的物流策略该如何选择呢?为了便于分析,下面将推论 5 的四种组合情形用表格来展示,以期发现其中的规律. 将企业的利润从大到小依次用最优、次优、次劣和最劣表示,表 1 中字母表示主导模式和物流模式的组合.

表 1 主导模式和物流策略的不同组合次序

Table 1 Different combination of dominant mode and logistics strategy

| | | 最优 | 次优 | 次劣 | 最劣 |
|-----------------------------|-----|--------------------|---------------------|----|----|
| $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$ | 制造商 | $mi \leftarrow mo$ | $ri \rightarrow ro$ | | |
| | 销售商 | $ri \leftarrow ro$ | $mi \rightarrow mo$ | | |
| $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$ | 制造商 | $mo \leftarrow mi$ | $ri \rightarrow ro$ | | |
| | 销售商 | $ro \leftarrow ri$ | $mi \rightarrow mo$ | | |
| $2 < T/\bar{T} < 2\sqrt{2}$ | 制造商 | $mo \leftarrow mi$ | $ro \rightarrow ri$ | | |
| | 销售商 | $ro \leftarrow ri$ | $mi \rightarrow mo$ | | |
| $T/\bar{T} > 2\sqrt{2}$ | 制造商 | $mo \leftarrow ro$ | $mi \rightarrow ri$ | | |
| | 销售商 | $ro \leftarrow mi$ | $ri \rightarrow mo$ | | |

为了表述方便,如果制造商(销售商)为主导企业,则以下所述从属企业为销售商(制造商)。

通过表 1 可以发现,无论 T/\bar{T} 取值在何种区间,制造商和销售商的最优方案均是自己主导的闭环供应链系统。但是最优方案中,物流策略却不尽相同。不管市场上谁是主导企业,当 $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$ 时,主导企业的最优物流策略均是物流自营,除此之外,主导企业的最优物流策略均是物流外包。

那么供应链主导企业所选择的物流策略是否也是销售商的最优物流策略呢?通过表 1 可得:

推论 6 1) $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$ 时,主导企业选择物流自营获得的收益最大,此时从属企业的收益是次劣的。

2) $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$ 时,主导企业选择物流外包获得的收益最大,此时从属企业的收益是最劣的。

3) $2 < T/\bar{T} < 2\sqrt{2}$ 时,主导企业选择物流外包获得的收益最大,此时从属企业的收益是次劣的。

4) $T/\bar{T} > 2\sqrt{2}$ 时,主导企业选择物流外包获得的收益最大,此时从属企业的收益是次劣的。

由此可见,制造商和销售商无论谁为主导者, $T/\bar{T} > 2\sqrt{2}$ 时,从属企业具有足够的积极性参与到物流服务闭环供应链中来,此时的供应链系统具有长期稳定性。 $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$ 时,从属企业参与到物流服务闭环供应链中来的可能性最低,即使从属企业参与到物流服务闭环供应链中来,此时的闭环供应链系统稳定性最差。

为了探寻主导模式和物流模式组合的优劣,

通过表 1 还发现: 1) $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$ 时,制造商主导且物流自营(销售商主导且物流自营) 优于制造商主导且物流外包(销售商主导且物流外包)。

2) $T/\bar{T} > 2$ 时,制造商主导且物流外包(销售商主导且物流外包) 优于制造商主导且物流自营(销售商主导且物流自营)。但是 $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$ 时,通过表 1 无法确定主导模式和物流模式组合的优劣,需要通过制造商和销售商系统总利润的大小关系进行进一步比较,通过比较可得: $\sqrt{2} < T/\bar{T} < \sqrt{12/5}$ 时,制造商主导且物流自营(销售商主导且物流自营) 优于制造商主导且物流外包(销售商主导且物流外包)。 $\sqrt{12/5} < T/\bar{T} < 2$ 时,制造商主导且物流外包(销售商主导且物流外包) 优于制造商主导且物流自营(销售商主导且物流自营)。因此有如下推论:

推论 7 1) $1 < T/\bar{T} < \sqrt{12/5}$ 时,制造商主导且物流自营(销售商主导且物流自营) 优于制造商主导且物流外包(销售商主导且物流外包)。

2) $T/\bar{T} > \sqrt{12/5}$ 时,制造商主导且物流外包(销售商主导且物流外包) 优于制造商主导且物流自营(销售商主导且物流自营)。

5 数值分析

假设产品市场需求函数为 $Q = 6 - 0.5p_r$, 销售商的单位回收成本 $c = 1$, 制造商的单位生产成本 $c_m = 6$, 回收率 $k = 0.5$, $s = 0.9$, $\theta = 4$ 。下面对

闭环供应链不同组合方式下的变量关系进行分析,为了展现变量之间的关系,假设再制造成本是变化的,用再制造成本的高低来刻画变量的变化趋势. 计算得 $\Delta = 1.66$ 即 $T/\bar{T} = 2\sqrt{2}$, $\Delta = 2.2$ 即 $T/\bar{T} = 2$, $\Delta = 3.90$ 即 $T/\bar{T} = \sqrt{2}$, $\Delta = 6$ 即 $T/\bar{T} = 1.24$, $\Delta = 3.19$ 即 $T/\bar{T} = \sqrt{12/5}$.

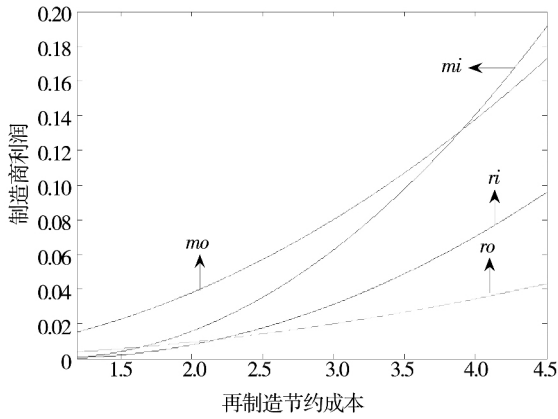


图2 不同组合下的制造商利润

Fig. 2 Manufacturer's profit under different combinations

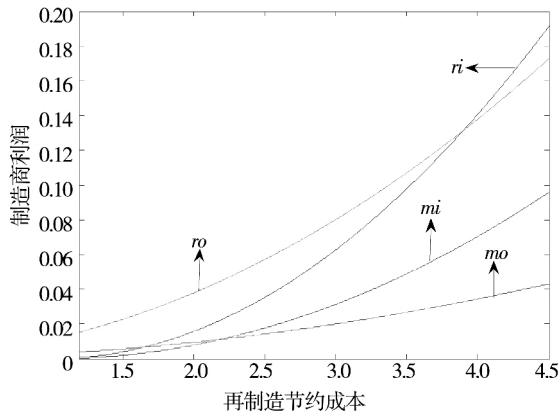


图3 不同组合下的零售商利润

Fig. 3 Retailer's profit under different combinations

不同主导模式下的制造商利润关系和零售商利润关系分别如图2和图3. 通过图2和图3可知,当 $3.90 < \Delta < 6$ (即 $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$) 时,主导企业物流自营时其获得的收益最大, $\Delta < 3.90$ (即 $T/\bar{T} > \sqrt{2}$) 时,主导企业物流外包时获得的收益最大. $3.90 < \Delta < 6$ 时,主导企业的最优物流策略是物流自营,但此时从属企业的收益是次低的. $2.2 < \Delta < 3.9$ 时,主导企业的最优物流策略是物流外包,但此时从属企业的收益是四种情形中最低的. $1.66 < \Delta < 2.2$ 时,主导企业选择物流外包获得的收益最大,而此时从属企业的收益是次

低的. $1 < \Delta < 1.66$ 时,主导企业选择物流外包获得的收益最大,此时从属企业的收益是次低的.

但是主导模式和物流模式的最优组合要看总利润的大小关系,通过制造商主导的两种物流模式(图4)和销售商主导的两种物流模式(图5)来看. $3.19 < \Delta < 6$ 时,制造商主导且物流自营(销售商主导且物流自营)优于制造商主导且物流外包(销售商主导且物流外包). $1 < \Delta < 3.19$ 时,制造商主导且物流外包(销售商主导且物流外包)优于制造商主导且物流自营(销售商主导且物流自营).

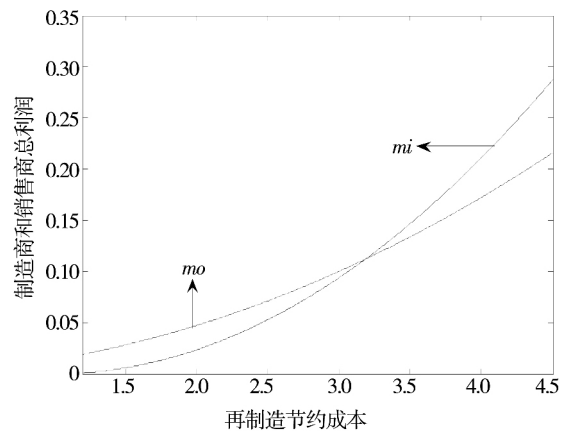


图4 制造商主导下的两种组合

Fig. 4 Two combinations under manufacturer dominant

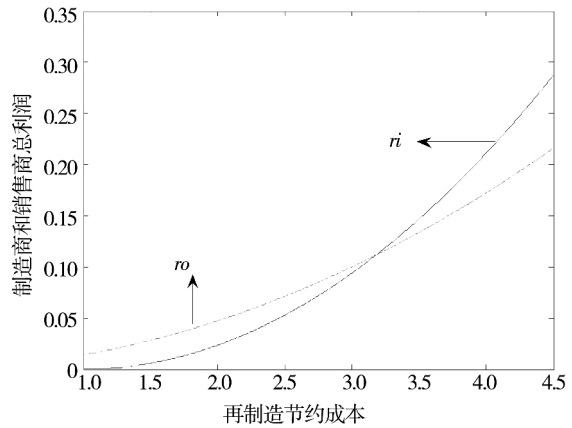


图5 销售商主导下的两种组合

Fig. 5 Two combinations under retailer dominant

6 结束语

本文将供应链主导模式分为制造商主导和销售商主导,物流模式分为物流外包和物流自营,对主导模式和物流模式的四种不同组合进行了整合

分析,给出了四种组合方式下主导企业和从属企业的物流策略,并分析了不同组合方式下的供应链稳定性,以及制造商和销售商利润的大小关系,进一步从制造商和销售商总利润的视角给出了四种组合方式优劣。通过分析比较,得到结论如下:

1) 制造商的最优决策. $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$ 时,无论谁为主导企业,制造商的最优物流策略均为物流自营. $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$ 时,制造商主导下制造商的最优物流策略是物流外包,销售商主导下制造商的最优物流策略为物流自营. $T/\bar{T} > 2$ 时,无论谁为主导企业,制造商的最优物流策略均为物流外包.

2) 销售商的最优决策. $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$ 时,无论谁为主导企业,销售商的最优物流策略均为与物流自营型的制造商进行合作. $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$ 时,制造商主导下销售商最优物流策略是与物流自营型的制造商进行合作,销售商主导下销售商的最优物流策略是与物流外包型的制造商进行合

作. $T/\bar{T} > 2$ 时,无论谁为主导企业,销售商的最优物流策略均为与物流外包型的制造商进行合作.

3) 供应链稳定性. $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$ 或 $T/\bar{T} > 2$ 时,供应链具有稳定性. $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$ 时,供应链具有不稳定性.

4) 不同组合优劣. $1 < T/\bar{T} < \sqrt{12/5}$ 时,制造商主导且物流自营(销售商主导且物流自营)优于制造商主导且物流外包(销售商主导且物流外包). $T/\bar{T} > \sqrt{12/5}$ 时,制造商主导且物流外包(销售商主导且物流外包)优于制造商主导且物流自营(销售商主导且物流自营).

由于对闭环供应链的研究不少学者通过回收渠道的视角进行了分析,而以上研究是在销售商负责回收的前提下进行分析的,因此后续的研究可以继续深入,将制造商回收、销售商回收、第三方回收、组合回收等不同回收方式考虑在内,研究主导模式、物流模式、回收方式的不同组合的优劣问题.

参考文献:

- [1] Savaskan R C, Bhattacharya S, Wassenhove V L N. Closed-loop supply chain models with product remanufacturing [J]. *Management Science*, 2004, 50(2): 239–252.
- [2] Savaskan R C, Wassenhove L N. Reverse channel design: The case of competing retailers [J]. *Management Science*, 2006, 52(1): 1–14.
- [3] 孙浩, 达庆利. 电子类产品回收再制造能力与二手市场需求相协调的研究—以电视机为例 [J]. *管理工程学报*, 2010, 24(3): 90–97.
Sun Hao, Da Qingli. Study on the coordination between collection and remanufacturing capacity and demand of secondary market: The case of TV set [J]. *Journal of Industrial Engineering / Engineering Management*, 2010, 24(3): 90–97. (in Chinese)
- [4] 熊中楷, 申成然, 彭志强. 专利保护下再制造闭环供应链协调机制研究 [J]. *管理科学学报*, 2011, 14(6): 76–85.
Xiong Zhongkai, Shen Chengran, Peng Zhiqiang. Closed-loop supply chain coordination research with remanufacturing under patent protection [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2011, 14(6): 76–85. (in Chinese)
- [5] 阳成虎, 刘海波, 卞珊珊. 再制造系统中废旧产品回收策略 [J]. *计算机集成制造系统*, 2012, 18(4): 875–880.
Yang Chenghu, Liu Haiibo, Bian Shanshan. Collection policy for used product in remanufacturing system [J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2012, 18(4): 875–880. (in Chinese)
- [6] Zheng Y F, Zhang S X, Chen Xiaojing, et al. Application of modified Shapley value in gains allocation of closed-loop supply chain under third-party reclaim [J]. *Energy Procedia*, 2011, (5): 980–984.
- [7] Chung C J, Wee H M. Short life-cycle deteriorating product remanufacturing in a green supply chain inventory control system [J]. *Int. J. Production Economics*, 2011, 129(1): 195–203.
- [8] Ma W M, Zhao Z, Ke H. Dual-channel closed-loop supply chain with government consumption-subsidy [J]. *European Journal of Operational Research*, 2013, 226(2): 221–227.
- [9] 马卫民, 赵璋. 以旧换新补贴对不同模式闭环供应链的影响 [J]. *系统工程理论与实践*, 2012, 32(9): 1938

- 1944.

Ma Weimin, Zhao Zhang. Different models of closed-loop supply chain with the government replacement-subsidy [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2012, 32(9): 1938 - 1944. (in Chinese)

- [10] 公彦德, 李帮义, 刘涛. 基于物流费用分摊比例的闭环供应链模型 [J]. *系统工程学报*, 2011, 26(1): 39 - 49.
Gong Yande, Li Bangyi, Liu Tao. Model for closed-loop supply chain based on the loading ratio of logistics cost [J]. *Journal of Systems Engineering*, 2011, 26(1): 39 - 49. (in Chinese)
- [11] Li Jian, Du Weihao, Yang Fengmei, et al. Evolutionary game analysis of remanufacturing closed-loop supply chain with asymmetric information [J]. *Sustainability*, 2014, 6(9): 6312 - 6324.
- [12] Li Jian, Du Weihao, Yang Fengmei, et al. The carbon subsidy analysis for the remanufacturing closed-loop supply chain [J]. *Sustainability*, 2014, 6(6): 3861 - 3877.
- [13] 聂佳佳. 需求信息预测对制造商回收再制造策略的价值 [J]. *管理科学学报*, 2014, 17(1): 35 - 47.
Nie Jiajia. Value of demand information forecast on remanufacturing strategy of manufacturer [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2014, 17(1): 35 - 47. (in Chinese)
- [14] Li J. Retailer-driven closed-loop supply chains with product remanufacturing [D]. Ames: Iowa State University, 2006.
- [15] 韩小花. 不确定性闭环供应链回收渠道的决策分析 [J]. *工业技术经济*, 2010, 29(2): 95 - 98.
Han Xiaohua. Recycling channels decision analysis for uncertainty closed-loop supply chain [J]. *Industrial Technology & Economy*, 2010, 29(2): 95 - 98. (in Chinese)
- [16] 高鹏, 谢忠秋, 谢印成. 不对称信息下零售商主导的闭环供应链协作机制 [J]. *工业工程*, 2013, 16(1): 79 - 85.
Gao Peng, Xie Zhongqiu, Xie Yincheng. Coordination mechanism of closed-loop supply chain with retailer as leader under asymmetric information [J]. *Industrial Engineering Journal*, 2013, 16(1): 79 - 85. (in Chinese)
- [17] 张福安, 达庆利, 孙浩. 零售商主导的闭环供应链效益分析 [J]. *软科学*, 2011, 25(6): 45 - 48.
Zhang Fuan, Da Qingli, Sun Hao. Analysis of benefit for closed-loop supply chain with dominant retailer [J]. *Soft Science*, 2011, 25(6): 45 - 48. (in Chinese)
- [18] 孙浩, 达庆利. 基于不同权力结构的废旧产品回收再制造决策分析 [J]. *中国管理科学*, 2009, 17(5): 104 - 112.
Sun Hao, Da Qingli. Decision analysis on collection and remanufacturing of used products based on different power structures [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2009, 17(5): 104 - 112. (in Chinese)
- [19] Karakayali I, Emir-Farinas H, Akcali E. An analysis of decentralized collection and processing of end-of-life products [J]. *Journal of Operations Management*, 2007, 25(6): 1161 - 1183.
- [20] 易余胤. 不同市场力量下的再制造闭环供应链决策研究 [J]. *商业经济与管理*, 2008, 7(1): 24 - 30.
Yi Yuyin. Study on decision making in closed-loop supply chain with product remanufacturing under different market power [J]. *Journal of Business Economics*, 2008, 7(1): 24 - 30. (in Chinese)
- [21] 易余胤. 基于再制造的闭环供应链博弈模型 [J]. *系统工程理论与实践*, 2009, 29(8): 28 - 35.
Yi Yuyin. Closed-loop supply chain game models with product remanufacturing [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2009, 29(8): 28 - 35. (in Chinese)
- [22] 公彦德, 李帮义. 主导模式对供应链决策、稳定性和效率的影响分析 [J]. *管理工程学报*, 2012, 26(3): 42 - 49.
Gong Yande, Li Bangyi. Analysis of supply chain decision, stability and efficiency based on dominant mode [J]. *Journal of Industrial Engineering / Engineering Management*, 2012, 26(3): 42 - 49. (in Chinese)
- [23] 公彦德. 主导模式、回收补贴对闭环供应链决策、稳定性和效率的影响 [J]. *控制与决策*, 2013, 28(8): 1263 - 1267.
Gong Yande. Effect of dominant mode and recovery subsidies on closed-loop supply chain decision, stability and efficiency [J]. *Control and Decision*, 2013, 28(8): 1263 - 1267. (in Chinese)
- [24] 李新然, 蔡海珠, 牟宗玉. 政府奖惩下不同权力结构闭环供应链的决策研究 [J]. *科研管理*, 2014, 35(8): 134 - 144.
Li Xinran, Cai Haizhu, Mu Zongyu. Research on the decision of closed-loop supply chain under the government premium

and penalty based on different power structure [J]. *Science Research Management*, 2014, 35(8): 134 – 144. (in Chinese)

[25] Davenport T H. Putting the enterprise into the enterprise system [J]. *Harvard Business Review*, 1998, 76(4): 121 – 131.

Research on combinations of closed-loop supply chain dominant mode and logistics mode

GONG Yan-de^{1 2}, DA Qing-li²

1. College of Management Science & Engineering, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China;

2. College of Economics and Management, Southeast University, Nanjing 210096, China

Abstract: Two types of supply chain dominant mode—manufacturer dominant and retailer dominant—were constructed, and two types of logistics mode—logistics outsourcing and self-logistics—were given. Enterprise decision making and supply chain stability are studied under four combinations: manufacturer dominant and logistics outsourcing, manufacturer dominant and self-logistics, retailer dominant and logistics outsourcing, and retailer dominant and self-logistics. It is found that: (1) The manufacturer's and the retailer's logistics strategies are related to the size of T/\bar{T} : if $1 < T/\bar{T} < \sqrt{2}$, then the manufacturer's and retailer's logistics strategies are both self-logistics, supply chain is stable; if $T/\bar{T} > 2$, then the manufacturer's and the retailer's logistics strategy are both logistics outsourcing, and the supply chain is stable; if $\sqrt{2} < T/\bar{T} < 2$, then the manufacturer's logistics strategy is inconsistent with the retailer's, with the manufacturer's optimal logistics strategy being logistics outsourcing (self-logistics), but the retailer's being self-logistics (logistics outsourcing) if the manufacturer (retailer) is the dominant enterprise. (2) For the four combinations, if $1 < T/\bar{T} < \sqrt{12/5}$, then the manufacturer dominant and self-logistics (retailer dominant and self-logistics) mode is better than the manufacturer dominant and logistics outsourcing (retailer dominant and logistics outsourcing) mode. If $T/\bar{T} > \sqrt{12/5}$, then the manufacturer dominant and logistics outsourcing (retailer dominant and logistics outsourcing) mode is better than the manufacturer dominant and self-logistics (retailer dominant and self-logistics) mode.

Key words: closed-loop supply chain; dominant mode; logistics mode; supply chain stability